

Mehrteiliges zusammengesetztes Ventil
für eine Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein mehrteiliges zusammengesetztes Ventil für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5

In modernen Hochleistungsmotoren werden immer höhere Ansprüche an die hoch thermisch belasteten Auslassventile gestellt. Insbesondere der Ventilteller wird sehr hohen mechanischen und thermischen Belastungen unterzogen. Es wurde deshalb verschiedentlich bereits vorgeschlagen, den Ventilschaft und den
10 Ventilteller aus unterschiedlichen Materialien herzustellen und beide zusammenzufügen. Hierbei kann der Ventilschaft aus einem duktilen Werkstoff hergestellt werden und der Ventilteller aus einem hochtemperaturbeständigen und verschleißfesten Werkstoff dargestellt werden.
15

Aus der US 881191 sind Ventile aus Metall bekannt, die aus geschmiedetem Metallschaft und gegossenem Ventilteller bestehen. Eine Ausführung sieht vor, den Schaft mit dem Teller
20 einzugießen.

In der DE 100 29 299 C2 ist ein mehrteiliges zusammengesetztes Ventil für eine Brennkraftmaschine beschrieben, das wie bereits dargelegt, durch Fügen eines Ventilschaftes und eines
25 Ventiltellers hergestellt ist. Diese Erfindung ist jedoch insbesondere darauf ausgerichtet, einen hohlen Ventilschaft zu verwenden, der beispielsweise durch Natrium kühlbar ist.

Ventilschaft und Ventilteller sind bei dieser Anordnung bevorzugt durch Laserschweißen oder durch Hartlöten aneinander gefügt. Bei diesem Verfahren müssen jedoch alle Einzelteile separat hergestellt werden und anschließend durch eine teilweise aufwändige Fügeeinrichtung aneinandergesetzt werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein mehrteiliges zusammengesetztes Ventil für eine Brennkraftmaschine bereitzustellen, das gegenüber dem Stand der Technik weniger Produktionsschritte und eine weniger aufwändige Produktionsanlage erfordert.

Die Lösung der Aufgabe besteht in einem Ventil für eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

Das mehrteilige zusammengesetzte Ventil für eine Brennkraftmaschine nach Patentanspruch 1 weist ein Ventilschaft und einen Ventilteller auf. Beide sind getrennt ausgestaltet und in einem Überdeckungsbereich aneinandergesetzt. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass der Ventilschaft im Überdeckungsbereich zumindest teilweise mit mindestens einer Zwischenschicht versehen ist, diese sowohl mit dem Ventilschaft als auch mit dem Ventilteller stoffschlüssig in Form einer chemischen Verbindung verbunden ist. Ferner ist der Ventilteller an den Ventilschaft angegossen.

Unter chemischer Verbindung wird hierbei eine stoffschlüssige Verbindung verstanden, wobei die Stoffe der verbundenen Schichten entweder durch Reaktion, durch Legierung oder durch Diffusion miteinander verbunden sind. Eine derartige stoffschlüssige Verbindung kann auch durch reines Angießen des Ventiltellers an den Schaft erreicht werden. Das Anbindungsverhalten ist bei dieser Methode jedoch abhängig von den verwendeten Werkstoffen bisweilen unzureichend. Die erfindungs-

gemäß eingelegte Zwischenschicht ist so ausgestaltet, dass sie sowohl mit dem Material des Ventilschaftes als auch mit dem Material des Ventiltellers stoffschlüssig in Verbindung steht. Somit ist eine feste Verbindung zwischen dem Ventilschaft und dem Ventilteller gewährleistet. Dadurch, dass der Ventilteller angegossen wird, ist ein aufwändiges Schweiß- und Lötverfahren nicht mehr nötig.

Je nach Beschaffenheit der Materialien von Ventilschaft und Ventilteller kann es bisweilen zweckmäßig sein, dass die Zwischenschicht in Form einer Gradientenschicht oder einer Mehrschichtschicht ausgestaltet ist. Auf diese Weise werden die mechanischen Eigenschaften (z. B. Härte, E-Modul), die physikalischen Eigenschaften (z. B. Ausdehnungskoeffizient, Wärmeleitfähigkeit) und die chemischen Eigenschaften der einzelnen Teilbereiche, dem Ventilteller und dem Ventilschaft Rechnung getragen.

Zur Unterstützung der stoffschlüssigen Verbindung kann es zweckmäßig sein, dass zusätzlich eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Ventilschaft und dem Ventilteller vorgesehen ist. Diese formschlüssige Verbindung kann beispielsweise in Form von makroskopischen Hinterschneidungen im Überdeckungsbereich ausgestaltet sein.

Ebenfalls kann es zweckmäßig sein, den Ventilschaft im Überdeckungsbereich zur Bildung von mikroskopischen Hinterschneidungen mechanisch oder chemisch aufzurauen. Unter mikroskopischen Hinterschneidungen werden hierbei mikroskopische Oberflächenvertiefungen die beispielsweise durch Materialabtrag oder Materialverdrängung eingebracht sind, verstanden. Das flüssige Material des angegossenen Ventiltellers setzt sich in diesen mikroskopischen Oberflächenvertiefungen ein, er-

starrt und bildet eine feste, verklammernde formschlüssige bzw. stoffschlüssige Verbindung.

5 In zweckmäßiger Weise wird die Zwischenschicht oder eine chemische Vorläuferschicht vor dem Angießen des Ventiltellers auf den Überdeckungsbereich des Ventilschaftes aufgebracht. Unter chemischer Vorläuferschicht wird hierbei eine Schicht verstanden, die während des Anschmelzens des Ventiltellers oder durch eine nachträgliche Wärmebehandlung ihre chemische
10 Zusammensetzung mindestens teilweise verändert.

In einer Ausgestaltungsform der Erfindung besteht der Ventilteller aus einer Aluminium-Titanverbindung. Hierbei bietet sich in der Regel das stöchiometrische Titanaluminid (TiAl)
15 an. Dieses Material besteht aus einer intermetallischen Verbindung aus Titan und Aluminium. Es ist ausgesprochen hochtemperaturbeständig und weist dabei eine hohe mechanische und tribologische Festigkeit auf.

20 Der Ventilschaft ist hingegen in vorteilhafter Weise aus einem Stahlwerkstoff hergestellt. Stahlwerkstoffe sind bekanntlich günstig und weisen eine vergleichsweise hohe Duktilität auf.

25 Die Zwischenschicht oder zumindest eine Lage der Zwischenschicht besteht in zweckmäßigerweise aus einer Legierung auf Silberbasis, Nickelbasis, Titanbasis, und / oder Kupferbasis. Derartige Legierungen eignen sich beispielsweise als Hartlote, sie können mit gängigen Beschichtungsverfahren auf den
30 Ventilschaft leicht aufgebracht werden und bilden mit diesen an der Oberfläche eine Legierung, die nach dieser Erfindung als chemische Verbindung betrachtet wird.

Die mindestens eine Zwischenschicht oder die chemische Vorläuferschicht kann ebenfalls in zweckmäßigerweise auf der Basis eines Metalloxides bestehen. Dieses Metalloxid kann mit den Legierungselementen des Ventiltellers bei dessen

5 Ansmelzung eine Reaktion insbesondere eine Reduktionsreaktion eingehen, die zu einer festen chemischen Verbindung zwischen dem Ventilteller und dem Metalloxid der Zwischenschicht führen.

10 Es kann zweckmäßig sein, dass die Zwischenschicht oder die chemische Vorläuferschicht vor dem Angießen des Ventiltellers eine offene Porosität aufweist. Diese offene Porosität beträgt zwischen 1% und 75%. Bevorzugt beträgt diese Porosität zwischen 5 % und 25 % und zwischen 30% und 60%. Hierbei kann

15 in vorteilhafter Weise das flüssige Metall, das später den Ventilteller bildet, in die Porosität der Zwischenschicht eindringen und mit dieser oberflächennah reagieren. Durch die Einbringung der Porosität wird die Oberfläche, die zur Verbindung zwischen dem Ventilteller und der Zwischenschicht zur

20 Verfügung steht, erhöht. Gleichzeitig kann es zweckmäßig sein, die Oberfläche der Zwischenschicht analog der Oberfläche des Ventilschaftes mit mikroskopischen Hinterschneidungen durch mechanische oder chemische Bearbeitung zu versehen.

25 Die Erfindung wird nachfolgend anhand einiger ausgewählter Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen näher beschrieben und erläutert.

Dabei zeigen:

30

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Ventil mit einem Ventilschaft und einem angegossenen Ventilteller, die im Überdeckungsbereich eine Zwischenschicht aufweisen,

Fig. 2 einen Querschnitt durch ein Ventil mit einem Ventilschaft und einem angegossenen Ventilteller, die im Überdeckungsbereich eine Zwischenschicht aufweisen,

Fig. 3 eine Vergrößerung des Details III aus Figur 1 mit der schematischen Darstellung einer Zwischenschicht in Form einer Gradientenschicht und

Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung des Details IV aus Figur 2, eine schematische Darstellung einer Zwischenschicht in Form einer Mehrfachschicht.

In Figur 1 ist schematisch ein Querschnitt durch ein Ventil 1 dargestellt, wobei das Ventil 1 einen Ventilschaft 2 und einen Ventilteller 4 aufweist. In einem Überdeckungsbereich 6 des Ventilschaftes 2 und des Ventiltellers 4 ist der Ventilschaft 2 mit ringförmigen Hinterschneidungen 14 versehen. Zudem weist der Ventilschaft 2 im Überdeckungsbereich 6 eine Zwischenschicht 8 auf.

Der Ventilteller 4 ist an dem Ventilschaft 2 angegossen. Im Übergangsbereich 6 sind der Ventilteller 4 und der Ventilschaft 2 über die Zwischenschicht 8 stoffschlüssig miteinander verbunden. Zur Unterstützung der stoffschlüssigen Verbindung über die Zwischenschicht 8 sind der Ventilteller 4 und der Ventilschaft 2 zudem formschlüssig durch die Hinterschneidungen 14 miteinander verbunden und somit zusätzlich gesichert.

In Figur 2 ist eine analoge Darstellung eines Ventils 1 mit einem Ventilschaft 2 und einem Ventilteller 4 dargestellt. Begrifflich gleiche Teile werden grundsätzlich mit denselben

Bezugszeichen versehen. Auch das Ventil 1 in Figur 2 weist eine Hinterschneidung 14 in Form einer Kugel oder eines Tropfens auf, die im Überdeckungsbereich 6 an den Ventilschaft 2 angebracht ist. Ebenfalls ist in dieser Ausgestaltungsform
5 eine Zwischenschicht 8 vorgesehen, die den Ventilteller 4 und den Ventilschaft 2 stoffschlüssig über chemische Verbindungen miteinander verbindet.

Das Einbringen von Hinterschneidungen 14, wie es in den Figuren 1 und 2 dargestellt ist, ist zur Gewährleistung einer optimalen Verbindung zwischen dem Ventilschaft 2 und dem Ventilteller 4 nicht unbedingt erforderlich jedoch bisweilen zweckmäßig. Bei den Hinterschneidungen 14 in den Figuren 1 und 2 handelt es sich lediglich um zwei willkürliche Beispiele.
15 Es ist zudem denkbar, dass die Hinterschneidungen 14 beispielsweise in Form eines Gewindes in den Überdeckungsbereich 6 des Ventilschaftes 2 eingebracht werden. Hierbei sind alle Verfahren zweckmäßig, die gängigerweise zur Herstellung eines Gewindes angewendet werden. Weitere Formen der Hinterschneidungen 14 im Überdeckungsbereich 6 können Nuten, Riefen, Rillen, Kanäle oder Bohrungen sein.
20

Weiterhin ist es zweckmäßig, dass der Ventilschaft 2 im Überdeckungsbereich 6 mechanisch beispielsweise durch Sandstrahlen oder durch Kugelstrahlen behandelt wird. Dadurch wird die Oberflächenrauigkeit im Überdeckungsbereich 6 erhöht, was das Aufbringen und das Haften der Zwischenschicht 8 verbessert.
25

Die Zwischenschicht 8 kann grundsätzlich aus einer oder mehreren Funktionsschichten bestehen. Dabei können wiederum grundsätzlich ein oder mehrere Aufbringungsverfahren für die einzelnen Lagen der Zwischenschicht 8 angewendet werden. Typische Aufbringungsverfahren sind beispielsweise thermische
30

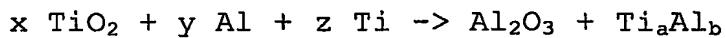
Spritzverfahren wie Plasmaspritzen, Flamspritzen, Lichtbogen-
drahtspritzen oder kinetisches Kaltgaskompaktieren. Ferner
können Dünnschichttechniken wie CVD, PVD oder Sputtern, La-
ckier- und Sprühverfahren oder galvanische Verfahren angewen-
5 det werden. Ferner ist das Aufbringen beispielsweise einer
Metalllegierung durch ein Tauchbad oder durch eine Lötfolie,
die weiter in einem Lötoven aufgeschmolzen wird, denkbar.

Als Materialien für die Beschichtung kommen zum einen hoch-
10 temperaturbeständige Metalllegierungen, insbesondere auf Sil-
berbasis, Nickelbasis, Titanbasis, oder Kupferbasis in Frage.
Derartige Legierungen können auch als Hartlote verwendet wer-
den, werden jedoch in diesem Fall beispielsweise durch eine
Dünnschichttechnik oder galvanische Technik oder durch ein
15 Tauchbad beziehungsweise durch eine später aufgeschmolzene
Folienbeschichtung auf den Überdeckungsbereich 6 aufgebracht.
Derartige Legierungen bringen bei Aufbringung einer externen
Energie mit der Oberfläche des Ventilschaftes 2 eine Legie-
rung ein. Sie legieren demnach, was definitionsgemäß als che-
20 mische Verbindung betrachtet wird. Beim Anschmelzen des Ven-
tiltellers 4 legieren diese Materialien wiederum mit dem Ven-
tiltellermaterial, das in geschmolzener, zumindest jedoch in
erweichter Form vorliegt und bilden somit wiederum eine che-
mische Verbindung in Form einer Legierung oder in Form inter-
25 metallischer Phasen.

Eine weitere Variante von Schichtmaterialien besteht in der
Aufbringung von reaktiven Metallverbindungen beispielsweise
Metalloxiden. Derartige Metalloxide können beispielsweise
30 durch ein thermisches Spritzverfahren oder durch Lasersintern
eines aufgetragenen keramischen Schlickers erzeugt werden.
Derartige thermische Spritzverfahren sind produktionstech-
nisch besonders kostengünstig. Als Beispiel für ein geeigne-
tes Metalloxid sei hierbei das Titanoxid (TiO_2) genannt. Bei

der Verwendung eines Ventiltellermaterials auf der Basis von TiAl geht das TiO₂ eine exotherme chemische Reaktion mit dem Aluminium der TiAl-Schmelze ein. Die chemische Reaktion läuft nach folgendem Schema ab:

5



Die angegebene Reaktionsgleichung ist stöchiometrisch nicht ausgeglichen. Es sei jedoch angemerkt, dass durch die chemische Reaktion der Schmelze Aluminium zur Bildung des Aluminiumoxides herangezogen wird. Zur Gewährleistung einer stöchiometrischen Zusammensetzung des Ventiltellers 4 auf der Basis Ti:AL = 1:1, ist es zweckmäßig der Schmelze überstöchiometrisch Aluminium zuzufügen.

15

Die Reaktionsprodukte Aluminiumoxid und Ti_aAl_b, die die Zwischenschicht 8 nach dieser Reaktion bilden, bilden eine homogene dichte Schicht, die chemisch mit dem Ventilteller 4 verbunden ist. Durch die exotherme Energie, die bei der genannten Reaktion frei wird, findet auch eine Oberflächenreaktion mit der Oberfläche des Ventilschaftes 2 statt. Das thermisch gespritzte bzw. lasergesinterte Metalloxid kann als chemische Vorläuferschicht zur Zwischenschicht 8 angesehen werden.

20

Die vorangegangenen Erläuterungen sollen lediglich ein Beispiel für ein Reaktionssystem darstellen, durch das eine chemisch gebundene Übergangsschicht 8 herstellbar ist. Grundsätzlich können alle weiteren Reaktionssysteme, die mit dem Schmelzmaterial des Ventiltellers 4 eine exotherme Reaktion eingehen, als Grundmaterial und chemische Vorläuferschicht der Übergangsschicht 8 angewendet werden. Hierzu zählen beispielsweise auch die Karbide, Nitride und Boride der Nebengruppenmetalle.

30

Grundsätzlich kann nach dem Angießen des Ventiltellers 4 an den Ventilschaft 2 eine weitere Wärmebehandlung folgen, die zur Unterstützung der Ausbildung einer chemischen Verbindung zwischen der Zwischenschicht 8 einerseits und dem Ventilteller 4 bzw. dem Ventilschaft 2 dienen kann.

Zur Gewährleistung eines Ausgleiches der unterschiedlichen physikalischen Werkstoffeigenschaften der Ventilschaftmaterialien und der Ventiltellermaterialien, kann es zweckmäßig sein, eine Mehrfachschicht 12 (Fig. 4) oder eine Gradientenschicht 10 (Fig. 3) als Übergangsschicht 6 anzuwenden. Hierbei kann auf die bereits beschriebenen Grundprinzipien der Aufbringungsart der Schichtmaterialien und ihrer Reaktionsweisen beliebig zurückgegriffen werden. In den Figuren 3 und 4 sind exemplarische Beispiele für eine Gradientenschicht 10 beziehungsweise für eine Mehrfachschicht 12 angegeben.

In Figur 3 ist eine gradientenförmige Übergangsschicht 6 angegeben, die beispielsweise auf der Basis eines Hochtemperaturlot AgCu 13 basiert. Das Lotmaterial AgCu 13 wird in Form eines Tauchbades auf dem Überdeckungsbereich 6 des Ventilschaftes 2 aufgebracht. Durch die Energie, die die flüssige Schmelze aufweist, kommt es zu einer chemischen Reaktion in Form einer Legierung im Bereich 16. Es handelt sich hierbei um eine oberflächennahe Legierung des Stahles des Ventilschaftes 2 und des AgCu 13 Legierung. In Figur 3 ist dieser Bereich 16 durch zwei gestrichelte Linien eingegrenzt und schematisch durch einen abnehmenden Graubereich gekennzeichnet. Während des Anschmelzens des Ventiltellers 4 wird wiederum so viel Schmelzenergie aufgebracht, dass das AgCu 13 Schichtmaterial wiederum einer Legierung mit den TiAl Material des Ventiltellers 4 eingeht. Auch hier entsteht ein gradientenförmiger Übergangsbereich 16 in dem die einzelnen Legierungsbestandteile in Form von intermetallischen Phasen o-

der in Form von Legierung vorliegen. Als weiterer Schichtablauf folgt dann das Material des Ventiltellers 4 in Reinform.

Ein weiteres zweckmäßiges Legierungssystem besteht auf der
5 Basis von Nickel und weist beispielsweise eine folgende Zusammensetzung auf:

7 Gew. % Cr, 3 Gew. % Fe, 4,5 Gew. % Si, 3,2 Gew. % B sowie
als Rest Nickel.

10

Der Chromgehalt dieser Legierung kann zwischen 7 Gew. % und 19 Gew. %, der Siliziumanteil kann zwischen 4,5 Gew. % und 7,5 Gew. % variieren.

15 Das Material wird bevorzugt in Form einer Folie aufgebracht und im Überdeckungsbereich 6 des Ventilschaftes 2 aufgeschmolzen.

Sollte eine chemische Verbindung des Schaftmaterials und des
20 Tellermaterials durch eine Verbindungslegierung, wie sie beispielsweise in der Form AgCu 13 gegeben ist, nicht gewährleistet sein, so kann es zweckmäßig sein, analog der Figur 4 eine weitere Zusatzschicht 18 in Form einer thermischen Spritzschicht eines Titanoxides aufzubringen.

25

Die Zwischenschicht 8 aus Figur 4 ist in Form einer Mehrfachschicht 12 ausgestaltet. Hierbei wird analog der Figur 3 zunächst im Überdeckungsbereich 6 des Ventilschaftes 2 eine metallische Legierung, in diesem Fall durch galvanische Beschichtung aufgebracht, auf die weiterhin durch ein thermisches Spritzverfahren, in diesem Fall durch ein Lichtbogen-
30 drahtspritzen eine Titanoxidschicht aufgebracht wird. Durch die galvanische Aufbringungsmethode bildet sich zwischen dem Material des Ventilschaftes 2 und dem galvanisch aufgebracht-

ten Legierungsmaterial 17 eine Legierung in Form einer festen chemischen Verbindung. Die thermische Spritzschicht 18, die im Wesentlichen aus einem Titanoxid besteht, weist eine Porosität auf, die eingestellt durch die Verfahrensparameter, 55% beträgt. Beim Anschmelzen des Ventiltellers 4 wird das flüssige TiAl Material durch Kapillarkräfte in die Poren der porösen Schicht 18 eingesaugt, wobei es zu einer exothermen Reaktion nach der oben angegebenen Reaktionsgleichung kommt. Im Bereich der Schicht 18 bildet sich reaktionsbedingt ein Aluminiumoxid / TiAl Material aus, das in fester chemischer Verbindung mit dem TiAl Material des Ventiltellers 4 steht.

Die in Figur 4 dargestellte Zwischenschicht 8 stellt somit eine Kombination aus einer Mehrfachsicht 12 und einer Gradientenschicht 10 dar. Dieser komplexere Aufbau ist dazu geeignet, physikalische und mechanische Eigenschaften zwischen dem Ventilschaftmaterial und dem Ventiltellermaterial auszugleichen. Hierbei ist insbesondere der thermische Ausdehnungskoeffizient genannt. Aber auch elektro-chemische Eigenschaften können die Verwendung von mehreren Schichten notwendig machen. Durch das Aufbringen einer thermischen Spritzschicht kann zum Beispiel auch auf die Oberflächenstruktur der Schicht eingegangen werden. Durch Einstellen der Spritzparameter kann beispielsweise eine für das Anschmelzen des Ventiltellers 4 geeignete raue Oberfläche eingestellt werden.

Patentansprüche

1. Mehrteiliges zusammengesetztes Ventil (1) für eine Brennkraftmaschine, wobei ein Ventilschaft (2) und ein Ventilteller (4) getrennt ausgestaltet sind und in einem Überdeckungs-
bereich (6) aneinandergefügt sind, wobei der Ventilteller (4) an den Ventilschaft (2) angegossen ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ventilschaft (2) im Überdeckungsbereich (6) zumindest teilweise mit mindestens einer Zwischenschicht
(8) versehen ist, die sowohl mit dem Ventilschaft (2) und dem Ventilteller (4) stoffschlüssig in Form einer chemischen Verbindung verbunden ist.
2. Ventil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Zwischenschicht (8) in Form einer Gradientenschicht (10) oder Mehrfachschicht (12) ausgestaltet ist.
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ventilschaft (2) im Überdeckungsbereich (6) makroskopische Hinterschneidungen (14) aufweist.
4. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Ventilschaft (2) im Überdeckungsbereich (6) zur Bildung von mikroskopischen Hinterschneidungen (14) mechanisch oder chemisch aufgeraut ist.

5. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Zwischenschicht (8) oder eine chemische
Vorläuferschicht vor dem Angießen des Ventiltellers auf
5 den
Überdeckungsbereich (6) des Ventilschaftes (2) befindet.
6. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass der Ventilteller (4) aus einer Aluminium-Titan-
Verbindung besteht.
7. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass der Ventilschaft (2) aus einem Stahl-Werkstoff be-
steht.
8. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die mindestens eine Zwischenschicht (8) eine Ag-
Basis-Legierung und/oder Ni-Basis-Legierung und/oder Ti-
Basis-Legierung und/oder Cu-Basis-Legierung umfasst.
9. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die mindestens eine Zwischenschicht (8) auf der Ba-
sis eines Metalloxides besteht.
10. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüchen,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Zwischenschicht (8) vor dem Angießen des Ventil-
tellers (4) eine offene Porosität zwischen 1 % und 75 %
aufweist.

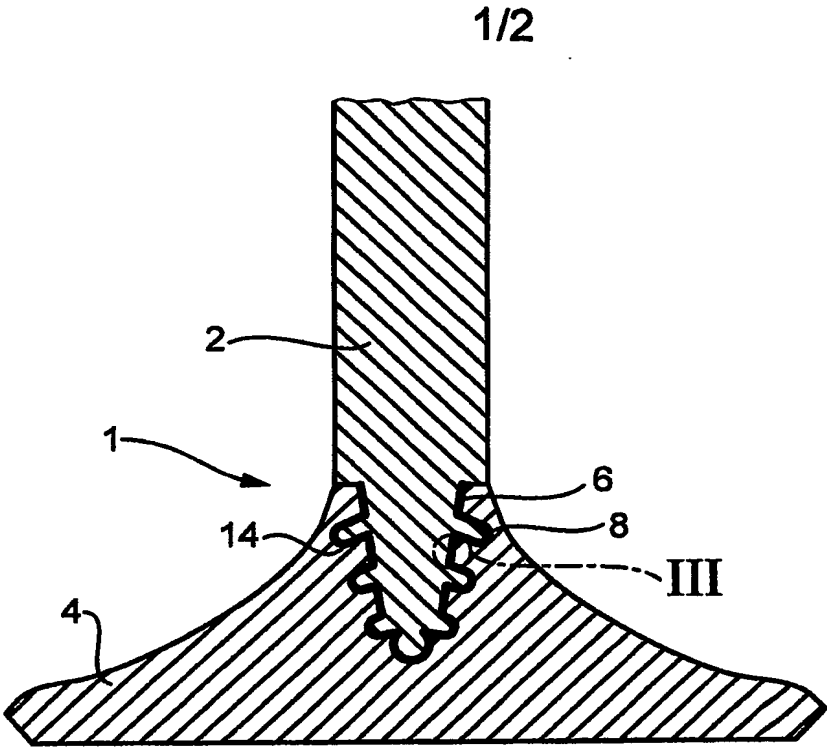


Fig. 1

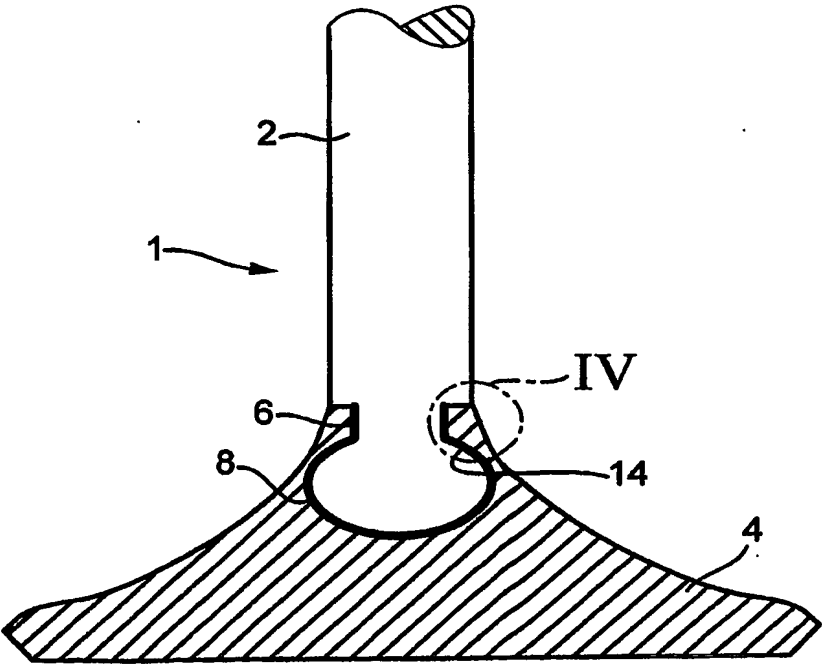


Fig. 2

2/2

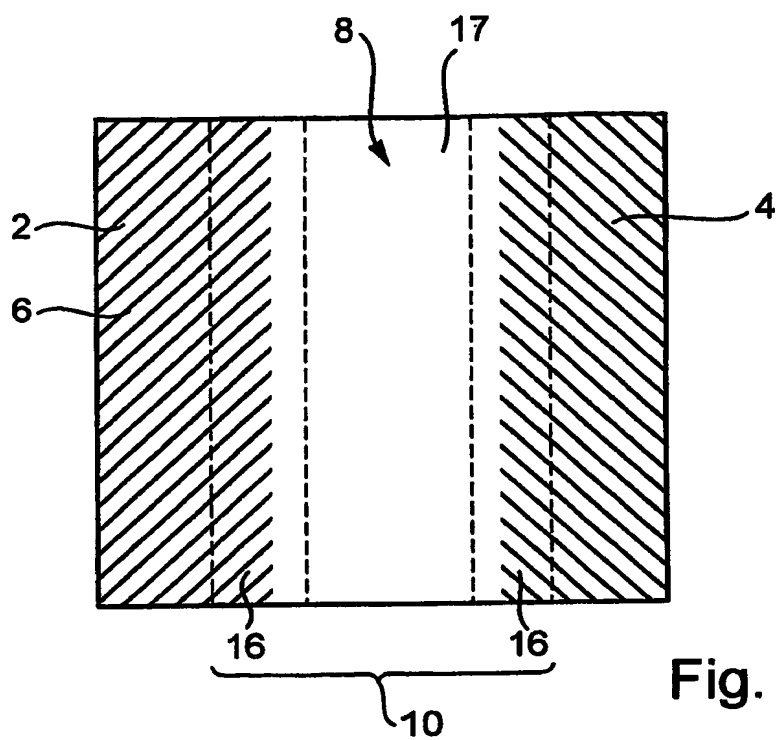


Fig. 3

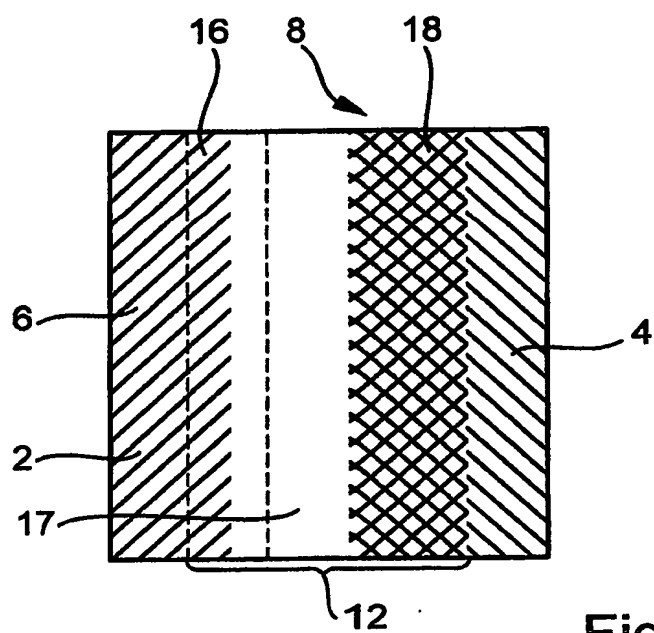


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

.../EP2004/009171

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01L3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01L B23P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 08417 A A.D. 1914 (THE ENFIELD CYCLE COMPANY, LIMITED; FRANK WALKER SMITH) 1 April 1915 (1915-04-01) the whole document	1-3,7
A	EP 0 296 619 A1 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 28 December 1988 (1988-12-28) the whole document	1,6,7
A	US 5 525 374 A (RITLAND ET AL) 11 June 1996 (1996-06-11) the whole document	9,10

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2005

Date of mailing of the international search report

25/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Klinger, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/009171

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 191408417	A	01-04-1915	NONE
EP 0296619	A1	28-12-1988	JP 64003007 U 10-01-1989 US 4834036 A 30-05-1989
US 5525374	A	11-06-1996	AU 2379895 A 23-10-1995 DE 69527055 D1 18-07-2002 DE 69527055 T2 20-11-2003 EP 0753101 A1 15-01-1997 WO 9527127 A1 12-10-1995 AU 5131293 A 12-04-1994 BR 9307067 A 29-06-1999 CA 2145161 A1 31-03-1994 EP 0662019 A1 12-07-1995 JP 8501500 T 20-02-1996 WO 9406585 A1 31-03-1994 US 5503122 A 02-04-1996 US 5700373 A 23-12-1997 US 5676907 A 14-10-1997 US 5626914 A 06-05-1997 US 5614043 A 25-03-1997 US 6338906 B1 15-01-2002 US 5735332 A 07-04-1998 US 2001044999 A1 29-11-2001 US 6346317 B1 12-02-2002 US 6143421 A 07-11-2000 US 6247221 B1 19-06-2001

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F01L3/O2

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F01L B23P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 08417 A A.D. 1914 (THE ENFIELD CYCLE COMPANY, LIMITED; FRANK WALKER SMITH) 1. April 1915 (1915-04-01) das ganze Dokument	1-3,7
A	EP 0 296 619 A1 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) 28. Dezember 1988 (1988-12-28) das ganze Dokument	1,6,7
A	US 5 525 374 A (RITLAND ET AL) 11. Juni 1996 (1996-06-11) das ganze Dokument	9,10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

31. Januar 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25/02/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Klinger, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

.../EP2004/009171

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 191408417	A	01-04-1915	KEINE		
EP 0296619	A1	28-12-1988	JP	64003007 U	10-01-1989
			US	4834036 A	30-05-1989
US 5525374	A	11-06-1996	AU	2379895 A	23-10-1995
			DE	69527055 D1	18-07-2002
			DE	69527055 T2	20-11-2003
			EP	0753101 A1	15-01-1997
			WO	9527127 A1	12-10-1995
			AU	5131293 A	12-04-1994
			BR	9307067 A	29-06-1999
			CA	2145161 A1	31-03-1994
			EP	0662019 A1	12-07-1995
			JP	8501500 T	20-02-1996
			WO	9406585 A1	31-03-1994
			US	5503122 A	02-04-1996
			US	5700373 A	23-12-1997
			US	5676907 A	14-10-1997
			US	5626914 A	06-05-1997
			US	5614043 A	25-03-1997
			US	6338906 B1	15-01-2002
			US	5735332 A	07-04-1998
			US	2001044999 A1	29-11-2001
			US	6346317 B1	12-02-2002
			US	6143421 A	07-11-2000
			US	6247221 B1	19-06-2001